

ANCHO DE BANDA EFECTIVO EN RADIÓMETROS DE BANDAS MILIMÉTRICAS

María del Carmen Palacios, Eduardo Artal, Beatriz Aja

Dpto Ingeniería de Comunicaciones

ETSI Telecomunicación

Universidad de Cantabria

carmen@dicom.unican.es

ABSTRACT

The frequency response influence of the pre-detection amplifier in the effective bandwidth of a millimeter wave radiometer is computed. Taking into account that the rest of the receiver components has flat frequency response. This bandwidth does not coincide with the 3 dB bandwidth.

1. INTRODUCCIÓN

Una magnitud fundamental en los radiómetros es el ancho de banda. A continuación se describe el funcionamiento de un radiómetro y la forma de calcular el ancho de banda efectivo del mismo.

2. ECUACIÓN DE UN RADIÓMETRO

Los radiómetros son instrumentos que sirven para calcular la temperatura de ruido de los cuerpos estelares. Un radiómetro de potencia total y de detección directa (sin pasar por FI) consta de un amplificador predetector, un detector y un amplificador de continua.

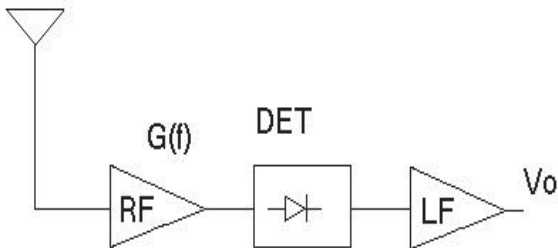


Figura 1. Esquema de un radiómetro.

A la salida del radiómetro la tensión V_o observada con un Analizador de Espectros de baja frecuencia, permite hallar su desviación estándar ΔV (volt), obtenida de la densidad espectral de ruido (volt/ $\sqrt{\text{Hz}}$) en el nivel de ruido blanco. El valor medio o nivel de continua V (volt) se mide directamente con un voltímetro. Estas dos magnitudes permiten calcular la

sensibilidad del radiómetro de potencia total, según la ecuación siguiente:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T_{\text{sys}}} = \frac{1}{\sqrt{\beta \tau}} \quad (1)$$

Siendo β el ancho de banda efectivo en radiofrecuencia antes de detectar la señal y τ la constante de tiempo de integración del filtro paso bajo. Además ΔT es la mínima variación de la temperatura que se puede detectar, es decir, la sensibilidad en temperatura, y T_{sys} la temperatura de ruido del sistema que realiza la medida [1]. Con un polímetro se puede medir V , τ se calcula con el tipo de filtro paso bajo empleado. T_{sys} es conocido ya que es la suma de la temperatura de ruido de la antena y la temperatura de ruido del receptor. Para saber ΔT es necesario disponer de β .

En nuestro caso concreto nos vamos a centrar en un amplificador de milimétricas centrado en 30 GHz y con un ancho de banda de aproximadamente un 20%. El detector que se ha usado tiene respuesta cuadrática y su comportamiento en frecuencia plano.

3. CÁLCULO DEL ANCHO DE BANDA EFECTIVO

Como se ha visto en el apartado anterior se necesita conocer el ancho de banda efectivo para poder obtener solución de la ecuación 1.

3.1. Ancho de banda de ruido efectivo

La forma de calcular el ancho de banda efectiva de un receptor [1] viene descrita por:

$$\beta = \frac{\left[\int_0^\infty G(f) df \right]^2}{\int_0^\infty [G(f)]^2 df} \quad (2)$$

Siendo $G(f)$ la ganancia de RF del receptor en la banda de milimétricas en función de la frecuencia, es decir, el $|S_{21}|^2$.

3.2. Ancho de banda de ruido efectivo de amplificador y filtro en la banda de milimétricas, datos de simulación.

En este apartado se muestra el cálculo realizado del ancho de banda efectivo de un amplificador con un filtro paso banda centrado en 30 GHz, figura 2. Las simulaciones se han realizado con ADS (Agilent) con circuitos de líneas microstrip sobre sustrato de $\epsilon_r=2.17$.

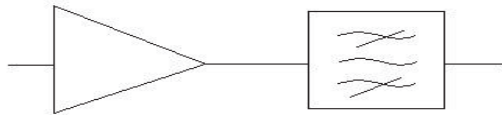


Figura 2. Amplificador de milimétricas con filtro paso banda.

Para el conjunto 1 con ganancia mostrada en la figura 3 se obtiene un ancho de banda efectivo $\beta = 12.24$ GHz aplicando la expresión 2.

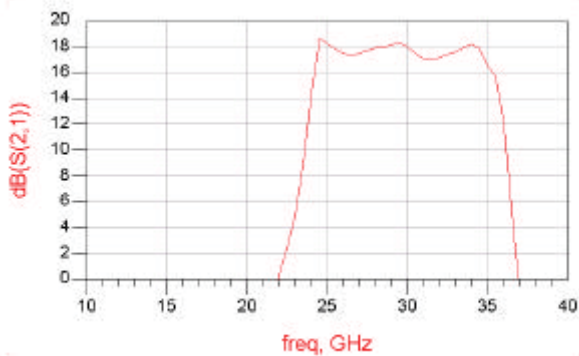


Figura 3. Ganancia del conjunto 1.

El ancho de banda efectivo disminuye considerablemente al existir picos importantes en la ganancia. Para el conjunto 2 con ganancia mostrada en la figura 4 se obtiene un ancho de banda efectiva $\beta = 11.7$ GHz.

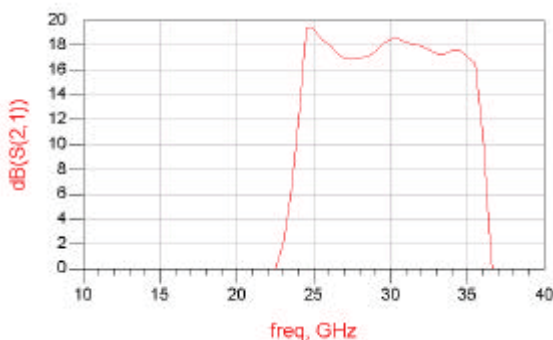


Figura 4. Ganancia del conjunto 2.

3.3. Ancho de banda de ruido efectivo de amplificador y filtro en la banda de milimétricas, datos de medidas.

En este apartado se muestra el cálculo realizado del ancho de banda efectivo de un amplificador con un filtro paso banda centrados ambos en 30 GHz. Los datos que se muestran en la figura 5 corresponden a medidas hechas con el Analizador de Redes HP8510C de circuitos construidos sobre sustrato de $\epsilon_r=9.9$, conjunto 3.

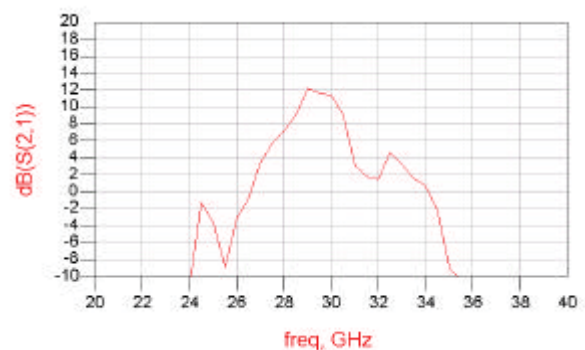


Figura 5. Ganancia del conjunto 3.

Para las medidas mostradas en la figura 5, $\beta = 4.43$ GHz aplicando la expresión 2.

4. CONCLUSIONES

Se ha descrito la forma de calcular el ancho de banda efectivo de un radiómetro de potencia total. Este cálculo es necesario para conocer la sensibilidad en temperatura detectada del mismo. El ancho de banda efectivo del amplificador de milimétricas es de importancia al fijar el ancho de banda efectivo total si el resto de elementos del receptor tiene respuesta plana con la frecuencia.

El ancho de banda efectivo se ve reducido de forma importante al haber picos de ganancia y no suele coincidir con el ancho de banda a 3 dB.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado con la ayuda 1FD97-1769-C04-02 de la CICYT y a Comisión Europea.

6. REFERENCIAS

- [1] F. Ulaby, R. More, A. Fung, " Microwave Remote Sensing " vol.1 : Microwave Remote Sensing Fundamentals and Radiometry. Artech House, 1981. Section 6-7.